

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ КРЫЛОВОГО ПРОФИЛЯ С ОТКЛОНЕННЫМ ЩИТКОМ

Д.В. Поляков, А.В. Поташев

НИИММ Казанского государственного университета

На основе теории обратных краевых задач [1] в настоящей работе предложен метод проектирования крылового профиля с отклоненным щитком-закрылком. Для моделирования процесса обтекания профиля воздушным потоком предлагается использовать кавитационную схему течения Wu [2] безциркуляционного обтекания профиля и образующей за ним отрывной области.

Постановка задачи. В физической плоскости $z = x + iy$ искомый непроницаемый крыловой профиль BAC с отклоненным на угол $\delta\pi \in (0, \pi)$ прямолинейным щитком CD обтекается со срывом струй плоским потоком идеальной несжимаемой жидкости (рис. 1,а) со скоростью v_∞ на бесконечности. За профилем образуется застойная зона $BFED$ конечной протяженности, ограниченная линиями тока BF и DE с постоянным значением скорости $v_0 = v_\infty \sqrt{Q+1}$ на них, где Q — число кавитации. Вдоль участка CAB контура профиля задается распределение скорости $v = v(s)$ как функция дуговой абсциссы s , причем $v(s) < 0$ при $s \in [0, s_*]$ и $v(s) > 0$ при $s \in [s_*, L]$, $v(s_*) = 0$ (рис. 1,б). Требуется определить форму профиля, его аэродинамические характеристики, угол атаки α , длину l щитка CD и распределение по нему скорости при заданных величинах Q и v_∞ .

Аналитическое решение. В рамках принятой модели обтекания существует комплексный потенциал течения $w(x, y) = \phi(x, y) + i\psi(x, y)$, область определения которого представлена на рис. 1,г, где ϕ — потенциал скорости, ψ — функция тока. Для решения задачи вводится каноническая область $G_\zeta = \{\zeta : |\zeta| > 1\}$ и используется метод сопоставления плоскостей. Тогда решение поставленной задачи будет состоять в определении аналитической функции $z(\zeta)$, реализующей конформное отображение области G_ζ на внешность искомого профиля в плоскости z . Для функции $z(\zeta)$ имеем

$$z(\zeta) = \frac{1}{v_\infty} \int \frac{dw}{d\zeta} \exp[-\chi(\zeta) + i\theta_0] d\zeta,$$

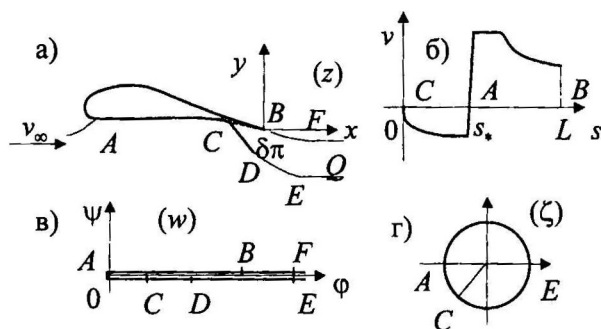


Рис. 1

где $w(\zeta) = (\varphi_B + v_0 l_1)(\zeta + \zeta^{-1})/4 + C$ — комплексный потенциал потока, обтекающего круг G_ζ . Здесь $\varphi_B = \int_{s_0}^L v(s) ds$, а l_1 — длина струи

BF . Вспомогательная функция $\chi(\zeta) = \ln(v_0^{-1} dw / dz) + i\theta_0$ в области G_ζ восстанавливается из решения смешанной краевой задачи. Неизвестный параметр l_1 определяется из условия совпадения заданной и определяемой в процессе решения задачи величины v_∞ . Угол между хордой найденного крылового профиля и направлением набегающего потока будет искомым углом атаки. При произвольно заданном распределении скорости построенное решение может не обеспечить выполнения условий замкнутости и гладкости в точке C крылового профиля с убраным щитком. Выполнение этих условий достигается выбором длины щитка и варьированием длины конфузорного участка при сохранении $v(s)$ на остальной части контура профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елизаров А.М., Ильинский Н.Б., Поташев А.В. *Обратные краевые задачи аэродинамики*. М.: Наука, 1994. — 436 с.
2. Konhäuser P. *Berechnung zweidimensionaler Totwasserströmungen um vorgegebene Konturen*. — Von der Fakultät Verfahrenstechnik der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs. genehmigte Abhandlung. — Institut A für Mechanik der Universität Stuttgart, 1984. — 72с.